⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公告
⑫特許公報（B2）　昭58−16180

㊿Int.Cl.³　識別記号　庁内整理番号　㉔㊹公告　昭和58年（1983）3月30日
G 03 F 3／08　7348−2H
H 04 N 1／46　7136−5C　発明の数　1
9／535　8121−5C
（全9頁）

1

2

㊺メモリ装置における信号補間方法

㉑特願　昭52−37198
㉒出願　昭52（1977）4月1日
㉟公開　昭53−123201
㊸昭53（1978）10月27日
㉗発明者　坂本卓
京都市山科区西野阿芸沢町25の1
㉗発明者　糸岡晃
京都市北区平野上柳町26
㉑出願人　大日本スクリーン製造株式会社
京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1
㉔代理人　弁理士　竹沢荘一

㊼特許請求の範囲

1　3次元のアドレス指定第1信号系の値に対応する第2信号系の値が蓄積されたメモリ装置を用いて、所与の第1信号系の入力値からそれに対応する第2信号系の値を求めるに際して、前記メモリ装置アドレスを構成する単位立方体を複数個の4面体に分割し、第1信号系の入力値に対応する点を含む4面体の各頂点における第2信号系の蓄積された値により、第1信号系の入力値に対応する第2信号系の値を、リニアに補間して求めることを特徴とするメモリ装置における信号補間方法。

2　メモリ装置アドレスを構成する単位立方体を、該立方体において隣接する2個の頂点と、該2個の頂点を含む面の一方の面心と、当該立方体の体心とを頂点とする24個の4面体に分割することを特徴とする特許請求の範囲1記載のメモリ装置における信号補間方法。

3　メモリ装置アドレスを構成する単位立方体を、該立方体の対角線方向に対向する2個の頂点においてそれぞれ隣接した3本の稜線のうち、対応する各稜線を結んで形成される3平面により6個の4面体に分割することを特徴とする特許請求の範囲1記載のメモリ装置における信号補間方法。

4　メモリ装置アドレスを構成する単位立方体を、該立方体における各頂角まわりに隣接する3本の稜線よりなる4個の4面体、及びこれら4個の4面体で囲まれる内部の4面体の5個の4面体に分割することを特徴とする特許請求の範囲1記載のメモリ装置における信号補間方法。

発明の詳細な説明

本発明は、例えばカラースキヤナもしくはカラーフアクシミリ等の如く、光電走査により色分解画像を作製する装置における画像信号の色修正等に使用されるメモリ装置の補正信号を補間する方法に関する。

従来、多色印刷用の写真製版作業における色修正には、写真的マスキングによる方法が広く行なわれてきたが、この写真的方法には、色修正能力に限界があること、熟練した技術者を多数必要とすること、色分解結果が安定せず、品質にムラができやすいこと、工程が複雑なこと等、多くの欠点を有していた。

そのため、電子色分解装置、いわゆるカラースキヤナによる色分解ならびに色修正（マスキング）方法が普及してきており、いまでは、この方法が主流となつている。

現在実用されているカラースキヤナは、色修正計算の処理速度を高めるために、ほとんどが、アナログ信号による計算方式を採用している。

しかしながら、アナログ信号による方式は、色計算機能が限定されていて自由な計算式を導入することが困難なこと、構成電気素子としての演算増幅器等の数が多く、温度ドリフトおよびノイズ等の影響を避けがたいこと、調整項目が多くなると、そのためのボリユームスイツチ等が多くなつて、操作性が低下すること、製作コストが高いこと等、種々の欠点を有している。

と云つて、現用のカラースキヤナにおけるアナログ計算部を、広い色修正可変範囲、高操作性等

3

の利点を有するデイジタル計算装置に、単に置換えただけでは、色修正計算の速度が大幅に低下し、処理能力が悪化して、実用的ではなくなる。

一方、最近の印刷製版業界においては、より美しく、より高品質の印刷物の要求が高まると同時に、作業の迅速化をはかるため、カラースキヤナによる色分解と同時に、最終印刷物における画像寸法まで倍率変換し、網かけ作業までを行なつてしまう、いわゆるダイレクトスキヤナが出現している。

この場合、在来の如くスキヤナで色分解した後、製版カメラで倍率変換および網かけを行なう方法とは異なり、色分解後に、追加マスクやハンドレタツチにより色修正を加える可能性が制約を受けるために、これらの要求に応え、アナログ型カラースキヤナにおける高速色計算処理能力と、デイジタル型の高信頼性、広い色修正可変範囲、高操作性等の利点を兼備する色修正方法が考えられている。

すなわち、カラースキヤナは、カラー原画を光電走査して、R（赤）、G（緑）、B（青）の3色分解信号を得、これらのR、G、B色分解信号を色演算回路に入れて、最終的にC（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、K（ブラツク）等の記録用信号を得るものである。

この場合、カラー原画に対応する或る特定の色を、印刷物として最も適正に再現するためには、C、M、Yインキ量（Kは説明を簡単にするため省略する）の組合わせも或る特定の組合わせとなるすなわち、3色分解信号R、G、Bの値の組合わせが決まれば、一義的にインキ量C、M、Yの組合わせが決定する。

したがつて、R，G，B値の或る組合わせによつて、対応するC，M，Y値の組合わせを選択して色修正を行なうには、あらかじめメモリ装置に、それぞれのR，G，B値の組合わせに対応する色修正済みのC，M，Y値の各組合わせを記憶蓄積しておき、R，G，B値の組合わせをアドレス指定信号として、色修正済みのC，M，Y値の組合わせを読み出す様にすれば良いと云うことになる。

しかしながら、R，G，B値を、例えば個々の色濃度の視覚上の段階として、それぞれ200段階にすると、メモリ装置には、対応するC，M，Y値の組合わせを200^3（＝8,000,000）組

4

記憶させなければならず、メモリ装置の価格が高価となり実用的でない。

そこで、メモリ装置の記憶容量を減少させるために、R，G，B各色の値の濃度段階を例えば16段階とすると、前記対応するC，M，Y値の組合わせは16^3（＝4096）組となり、メモリ装置の記憶容量を減少することができるが、実際には、濃度段階が粗らすぎて、出力濃度差が目立ち、結果印刷物の品質が悪化するため、各濃度段階の中間値を適宜補間する必要がある。

第1図は、説明を簡単にするため、補間する単位区分を1とした2次元の場合を示す。

かかる場合において、単位補間区分ABCD内に含まれる任意の点Pの値$U(x, y)=U(x_i+x_f, y_i+y_f)$を、数学的に妥当と思われる補間法により求めることを考えてみる。ここでx_iおよびy_iは整数、x_fおよびy_fは小数部分を示す。

そのためには、点Pが含まれている単位補間区分の各頂点A，B，C，Dに、既知の値$U(x_i, y_i)$、$U(x_i+1, y_i)$、$U(x_i+1, y_i+1)$、$U(x_i, y_i+1)$が付与されていることが必要であり、しかも、求められた$U(x, y)$の値が、x_f y_f、$U(x_i, y_i)$、$U(x_i+1, y_i)$、$U(x_i+1, y_i+1)$、$U(x_i, y_i+1)$の関数となつており、かつ$U(x, y)$におけるx_f，y_fが、$x_f=0$，$y_f=0$の時には$U(x_i, y_i)$に、$x_f=1$，$y_f=0$の時には$U(x_i+1, y_i)$に$x_f=1$、$y_f=1$の時には$U(x_i+1, y_i+1)$に、$x_f=0$，$y_f=1$の時には$U(x_i, y_i+1)$となつていることが必要である。

この様な条件を満たす補間方法には、次の様なものがある。

すなわち、第1図と同様単位補間区分ABCDに含まれる点Pの値$U(x, y)$を求めるためには、第2図に示す如く、まず、点Pから各辺$\overline{AB}$，$\overline{BC}$，$\overline{CD}$，$\overline{DA}$に垂線を下して、各辺と交わる点をそれぞれQ_1，Q_2，Q_3，Q_4とし、各頂点A，B，C，Dにおける既知の値$U(x_i, y_i)$、$U(x_i+1, y_i)$、$U(x_i+1, y_i+1)$、$U(x_i, y_i+1)$に、それらの頂点の対角位置にある矩形の面積を乗じ、それらの積を加算して求める方法である。

$$
\begin{aligned}
U(x, y) &= U(x_i+x_f, y_i+y_f) \\
&= U(x_i, y_i)\cdot(1-x_f)\cdot(1-y_f) \\
&\quad +U(x_i+1, y_i)\cdot x_f(1-y_f) \\
&\quad +U(x_i, y_i+1)\cdot(1-x_f)\cdot y_f
\end{aligned}
$$

$$+U(x_i+1, y_i+1)\cdot x_f y_f \cdots\cdots\cdots\cdots (\mathrm{I})$$

この(I)式に示す補間方法は、前記した条件を満す、数学的に妥当なもので、この方法は、3次元の場合にも適用されている。

第3図は、補間したい点Pを含む平面により、8個の直方体に分割された単位立方体を示すもので、この場合は、単位立方体における各頂点の既知の値に、各頂点と対角位置にある直方体の体積を乗じ、それらの積を加算することにより、点Pの値U（x，y，z）求めることができる。すなわち、

$$\begin{aligned}U(x,y,z) &= U(x_i+x_f, y_i+y_f, z_i+z_f)\\ &= U(x_i, y_i, z_i)\cdot(1-x_f)\cdot(1-y_f)\cdot(1-z_f)+U(x_i+1, y_i, z_i)\cdot x_f(1-y_f)\cdot(1-z_f)+U(x_i, y_i+1, z_i)\cdot(1-x_f)\cdot y_f(1-z_f)\\ &\quad +U(x_i, y_i, x_i+1)\cdot(1-x_f)\cdot(1-y_f)\cdot z_f+U(x_i, y_i+1, z_i+1)\cdot(1-x_f)\cdot y_f\cdot z_f+U(x_i+1, y_i, z_i+1)\cdot x_f(1-y_f)\cdot z_f\\ &\quad +U(x_i+1, y_i+1, z_i)\cdot x_f y_f(1-z_f)+U(x_i+1, y_i+1, z_i+1)\cdot x_f\cdot y_f\cdot z_f \cdots\cdots (\mathrm{II})\end{aligned}$$

かかる(II)式に示す補間方法においては、補間区分の境界で補間値が不連続になることはなく、単位立方体の各面心位置における補間値は、その面に含まれる各頂点が有する既知の値の平均値となり、体心位置における補間値は、該単位立方体の8個の頂点が有する既知の値の平均値となり、数値的にも妥当な方法である。

しかしながら、かかる補間方法は、前記(II)式からも明白な如く、4次の乗算を8回行ない、さらにそれらの積を加算する必要があるため、高速で演算することが必要とされるメモリ装置の補間方法としては、必ずしも最適の方法であるとはいえない。

また、前記(II)式に示す補間方法は、各単位立方体内部においては、連続した滑らかな接続の補間値が得られるが、隣接する単位立方体の境界では、補間値の変化分が不連続となり、その不連続の程度が大きくなる恐れがある。

第4図は、かかる不都合を生ずる理由を簡単に説明するため、前記(II)式の根拠となる(I)式で求めた補間値の分布例を示すものである。これは、前記(I)式に示す方法によつて補間した際、単位区分の境界における補間値の変化分が不連続となり、

しかもその不連続の程度が最も大きくなる場合の1例を図示したもので、単位区分内における補間値の分布が、いわゆる「鞍型」の面になつている。

この様な場合、単位区分ABCD内では、連続した滑らかな接続の補間値が得られるが、隣接する単位区分BEFCとの境界では、補間値の変化分が不連続となる程度が大きいと云う欠点がある。

かかる欠点を緩和するためには、第5図に示す如く、単位区分ABCDにおける各頂点の既知の値に加え、各頂点における値の平均値を有する面心O_1をも考慮して補間する方法がある。すなわち、補間したい点が単位補間区分O_1AB, O_1BC, O_1CD, O_1DAのいずれに含まれるかを判別し、しかる後、各単位補間区分についてリニアに補間する方法である。

かかる方法は、前記した第4図に示す方法と比較して、単位区分ABCD内においても、補間値の変化分が不連続となる部分を生ずるが、隣接する単位区分BEFCとの境界において補間値の変化分が不連続となる程度をかなり小さくすることができる。

本発明は、補間したい単位区分を単位補間区分に分割し、補間したい点がどの単位補間区分に含まれるかを判別した後、判別された単位補間区分について、リニアに補間する新規な方法を3次元まで発展させたもので、簡単な計算式でジャンプのない補間値が得られ、高速での演算を必要とされるメモリ装置の補間方法に最適な方法を提供することを目的とする。

第6図は、3次元の基本立体である4面体ABCDを示すもので、各頂点A，B，C，Dに既知の値が蓄積されている場合の4面体ABCD内に含まれる点Pの値を、リニアな補間方法で求めてみる。

まず、4面体の各頂点A，B，C，Dと補間したい点Pとを結び、それらの各延長線が各頂点に対向する面と交わる点を、それぞれA′，B′，C′，D′とすれば、点Pにおける補間値は、頂点Aにおける既知の値と$\overline{PA'}/\overline{AA'}$、頂点Bにおける既知の値と$\overline{PB'}/\overline{BB'}$、頂点Cにおける既知の値と$\overline{PC'}/\overline{CC'}$、頂点Dにおける既知の値と$\overline{PD'}/\overline{DD'}$を、それぞれ乗算したものの和として求められる。

第7図は、本発明に係る補間方法を説明するための単位立方体である。

この単位立方体の各頂点A，B，C，D，E，F，G，

Hには、既知の値すなわち、その点の函数として決められた値$U(x_i, y_i, z_i)$、$U(x_i+1, y_i, z_i)$、$U(x_i+1, y_i+1, z_i)$、$U(x_i, y_i+1, z_i)$、$U(x_i, y_i, z_i+1)$、$U(x_i+1, y_i, xi+1)$、$U(x_i+1, y_i+1, x_i+1)$、$U(x_i, y_i+1, z_i+1)$が蓄積されており、面心Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6については、その点の函数を各面心が含まれる面の4個の頂点の函数の算術平均値とすることに、また体心Oについては、その点の函数を、当該立方体の全頂点の8個の函数値の算術平均値とすることに定め、これは、補間すべき単位立方体が定まつた時点であらかじめ演算により求めておくことにする。

本発明に係る方法は、単位立方体を、各頂点に既知の函数値が蓄積された4面体である単位補間区分に分割し、補間したい点がどの単位補間区分に含まれるかを判別した後、判別された単位補間区分についてリニアに補間するものである。

すなわち、第7図の如く、単位立方体ABCDEFGHを隣接する2個の頂点と、その左右いずれかの面心と、体心とで形成される4面体24個に分割し、それら4面体を単位補間区分として、補間したい点がいずれの4面体に含まれているかを判別し、第6図で説明した如くリニアに補間するものである。

第8図は、第7図示の単位立方体を分割した4面体の一つを示す。

今、補間したい点Pが、$(x_i+x_f, y_i+y_f, x_i+z_f)$なる座標を有し、当該点Pが第8図に示す如く、4面体ABQ_1Oに含まれている場合($x_f-y_f \geqq 0$, $y_f-z_f = \geqq 0$, $x_f+y_f-1 \leqq 0$の場合)、点Pにおける補間値$U(x, y, x)$を求めている。

4面体の各頂点A, B, Q_1, Oに蓄積された既知の函数値をそれぞれ〔A〕,〔B〕,〔Q_1〕,〔O〕とし、各頂点A, B, C, Dと点Pとを結ぶ延長線が各頂点に対向する面と交わる点を、それぞれA′, B′, C′, D′とすれば、

$$U(x, y, z) = U(x_i+x_f, y_i+y_f, z_i+z_f) = [A]\cdot\overline{PA'}/\overline{AA'} + [B]\cdot\overline{PB'}/\overline{BB'} + [Q_1]\cdot\overline{PQ'_1}/\overline{Q_1Q'_1} + [O]\cdot\overline{PO'}/\overline{OO'} = [A]\cdot\{-(x_f+y_f-1)\} + [B]\cdot(x_f-y_f) + [Q_1]\cdot\{2(y_f-z_f)\} + [O]\cdot(2z_f) \quad \cdots\cdots(\mathrm{III})$$

ただし、

$$[A] = U(x_i, y_i, z_i)$$

$$[B] = U(x_i+1, y_i, z_i)$$

$$[Q_1] = \frac{1}{4}\{U(x_i, y_i, z_i) + U(x_i+1, y_i, z_i) + U(x_i+1, y_i+1, z_i) + U(x_i, y_i+1, x_i)\}$$

$$[O] = \frac{1}{8}\{U(x_i, y_i, z_i) + U(x_i+1, y_i, z_i) + U(x_i+1, y_i+1, z_i) + U(x_i, y_i+1, z_i) + U(x_i, y_i, z_i+1) + U(x_i+1, y_i, z_i+1) + U(x_i+1, y_i+1, z_i+1) + U(x_i, y_i+1, z_i+1)\}$$

として求まる。

同様にして、分割された残り23個の4面体に補間したい点Pが含まれる場合について求め、まとめたものを第9図に示す。

第9図において、x_f, y_f, z_f間等の大小関係などを比較した判別欄によつて、点Pがいずれの4面体に含まれるかを、簡単に決定することができ、しかも、点Pにおける値を補間により求めるための計算式は、簡単な加減算により求まる4つの係数と、対応する4個の頂点に蓄積された既知の値とを乗算した後、それらの積を加算するだけであるため、前記(II)式で説明した従来の補間方法と比較して、はるかに容易な計算式となる。ただし、判別欄の符号に( )を付した条件は、他の3つの条件が決まれば必然的に決まつてしまうもので、判別時には不要である。

しかも、かかる補間方法は、前記(II)式で説明した従来の方法と同様、分割した単位補間区分の内部および隣接する他の単位補間区分との境界で補間値が不連続となる恐れが全くない。

以上、本発明に係る一般的な3次元の場合の補間方法について記述したが、次に、本発明に係る補間方法を、カラースキヤナのメモリ装置等に適用する場合の如く、より実際的な場合について検討を加えることとする。

本発明に係る補間方法をカラースキヤナのメモリ装置に適用する場合、記憶される信号は、前記した如く色補正済み色分解信号であり、かかる信号値は、通常、比較的単調な変化をするため、前記(III)式の補間方法の場合に採用された単位立方体の各面心位置および体心位置における値を省略し、単位立方体の各頂点に付与された既知の値だけを使用して、リニアに補間しても、生ずる誤差は極くわずかで、実用的には無視し得る程度である。

第10図は、本発明に係る補間方法を、より実

用的な方法とするための単位立方体の分割法を図示したものである。

便宜上、単位立方体の各頂点の座標を、図示する如く、(x_i, y_i, z_i)、(x_i+1, y_i, z_i)、(x_i+1, y_i+1, z_i)、(x_i, y_i+1, z_i)、(x_i, y_i, z_i+1)。(x_i+1, y_i, z_i+1)、(x_i+1, y_i+1, z_i+1)、(x_i, y_i+1, z_i+1)とすると、頂点(x_i, y_i, z_i)、(x_i+1, y_i+1, z_i)、(x_i, y_i, z_i+1)、(x_i+1, y_i+1, z_i+1)を通る$x_f=y_f$なる平面、頂点(x_i, y_i, z_i)、$(x_i+1, y_i, z_i)$$(x_i+1, y_i+1, z_i+1)$、$(x_i, y_i+1, z_i+1)$を通る$y_f=z_f$なる平面、および頂面$(x_i, y_i, z_i)$$(x_i+1, y_i, z_i+1)$、$(x_i+1, y_i+1, z_i+1)$、$(x_i, y_i+1, z_i)$を通る$z_f=x_f$なる平面とで、6個の4面体に分割する方法である。

今、補間値を求めたい点Pの座標が$(x_i+x_f, y_i+y_f, z_i+z_f)$で、$x_f, y_f, z_f$間に$1>x_f \geqq y_f \geqq z_f \geqq 0$なる関係がある場合、点Pは第11図に示す如く、頂点の座標が(x_i, y_i, z_i)、(x_i+1, y_i, z_i)、(x_i+1, y_i+1, z_i)、(x_i+1, y_i+1, z_i+1)なる4面体ABCD内に含まれる。

かかる場合、点Pにおける補間値$U(x, y, z)$を求めるには、前記した(Ⅲ)式の場合と同様、各頂点と点Pとを結ぶ延長線が、各頂点に対向する面と交わる点を、それぞれA′, B′, C′, D′とし、各頂点における既知の値を$U(x_i, y_i, z_i)$、$U(x_i+1, y_i, z_i)$、$U(x_i+1, y_i+1, z_i)$、$U(x_i+1, y_i+1, z_i+1)$として、リニアに補間する。

すなわち、$U(x, y, z)=U(x_i+x_f, y_i+y_f, z_i+z_f)=U(x_i, y_i, z_i)\cdot\overline{PA'}/\overline{AA'}+U(x_i+1, y_i, z_i)\cdot\overline{PB'}/\overline{BB'}+U(x_i+1, y_i+1, z_i)\cdot\overline{PC'}/\overline{CC'}+U(xi+1, yi+1, z_i+1)\cdot\overline{PD'}/\overline{DD'}=U(x_i, y_i, z_i)\cdot(1-x_i)+U(x_i+1, y_i, z_i)\cdot(x_f-y_f)+U(x_i+1, y_i+1, z_i)\cdot(y_f-z_f)+U(x_i+1, y_i+1, z_i+1)\cdot z_f$

同様にして、第10図の如く分割された残り5個の4面体に点Pが含まれる場合についてまとめたものを第12図に示す。

この方法は、前記(Ⅲ)式に示す方法と比較して、補間したい点Pが有する座標値x_f, y_f, z_fの大小関係だけで、点Pがどの4面体に含まれて

いるかが簡単に判別できるとともに、点Pにおける補間値を求めるための計算式も、さらに簡単な減算により求まる4つの係数と、対応する4個の頂点における既知の値を乗算した後、それぞれを加算するだけであるため、前記(Ⅲ)式と比較して、さらに実用的な補間方法と云える。

しかも、単位補間区分である4面体の内部は勿論、隣接する他の単位補間区分との境界において、補間値が不連続となる恐れは全くない。

第13図および第14図は、第10図の場合と同様、より実用的で、かつその補間値が不連続とならない補間方法を提供するため、単位立方体を4面体に分割する他の方法、および該方法により分割された4面体を示すものである。

第13図および第14図に示す補間方法は、単位立方体の互いに隣接する3個の面心を含む4平面で5個の4面体に分割し、前記同様補間したい点Pがいずれの4面体に含まれるかを判別した後、点Pが含まれる4面体についてリニアに補間するものである。

かかる補間方法も、前記(Ⅲ)式に示す方法と比較して、第10図で説明した方法と同様、単位補間区分の判別および補間値を求めるための計算式が簡略化され、実用的であり、しかも単位補間区分の内部は勿論、隣接する他の単位補間区分との境界で補間値が不連続になる恐れは全くない。

これら第10図、第13図、第14図において説明した補間方法では、前記した如く、単位立方体の各面心位置および体心位置における補間値が、前記(Ⅲ)式の場合の様に、各面心が含まれる面における各頂点の函数値の算術平均値、および該立方体の8個の頂点の函数値の算術平均値とは正確に一致しないで若干異なつてくる。

しかしながら、カラースキヤナのメモリ装置として使用される場合の如く、単位立方体に蓄積される信号値の変化が極く単調な場合には、かかる誤差は無視することができ、逆により実用的な補間方法と云える。

以上の様に、本発明に係る信号補間方法は、単位立方体を単位補間区分である4面体に分割し、補間したい点がいずれの4面体に含まれているかを判別した後、判別された4面体についてリニアに補間するものであるため、従来の補間方法に比較して、かなり簡単な計算式でジヤンプのない補

間値が得られるとともに、隣接する単位立方体の境界における補間値の変化分が不連続となる程度を小さくすることができるため、該境界部分においても、滑らかな補間が可能となる。

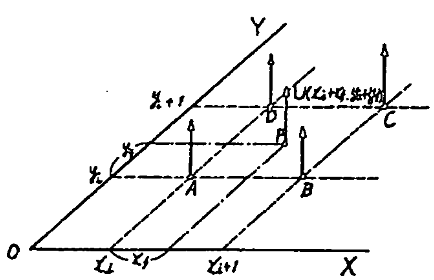
また、従来の補間方法と比較して、補間するための計算式がかなり簡単になるため、高速での演算が必要とされるメモリ装置の補間方法に適しており、実装上からも演算回路の作製が容易となる。

図面の簡単な説明

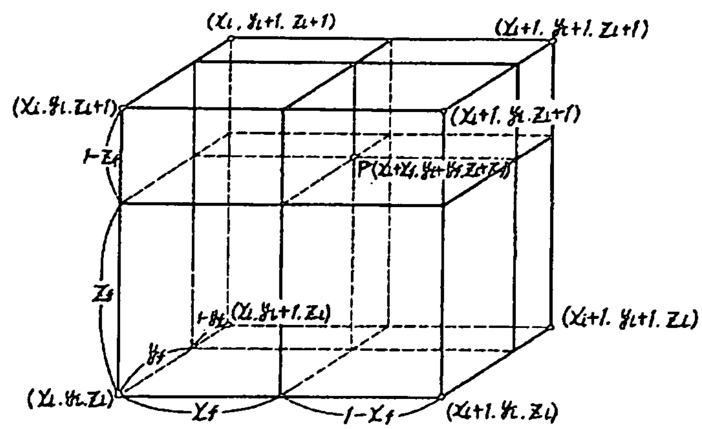
第1図は、単位区分が1である2次元の場合の補間方法を説明するための図、第2図および第3図は、それぞれ2次元および3次元の場合における従来の補間方法を説明するための単位区分および単位立方体を示す図、第4図は、従来法の欠点を説明するための補間値の分布例、第5図は、第4図に示す分布を改良した補間値の分布例、第6

図は、4面体内の点における補間値をリニアに求める方法を説明するためのもの、第7図は、本発明に係る補間方法を説明するための単位立方体、第8図は、第7図に示す単位立方体を分割した4面体の1つ、第9図は、第7図に示す単位立方体を分割した24個の4面体の相互関係を示す表、第10図は、本発明に係る補間方法の他の実施例を説明するための単位立方体、第11図は、第10図の単位立方体を分割した単位補間区分、第12図は、第10図に示す単位立方体を分割した6個の4面体のおのおのと、補間したい点との関係を示す表、第13図および第14図は、それぞれ本発明に係る補間方法のさらに他の実施例を説明するための単位立方体と分割された単位補間区分を示すものである。

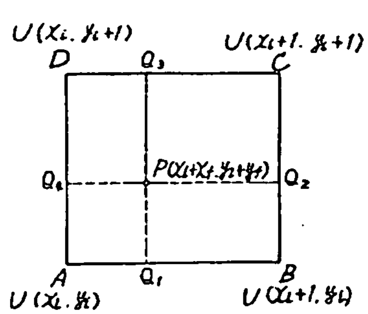
第1図



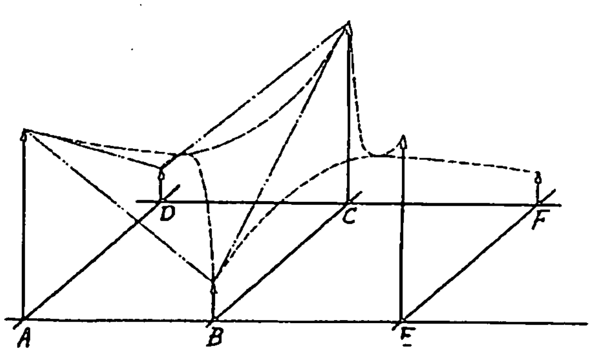
第3図



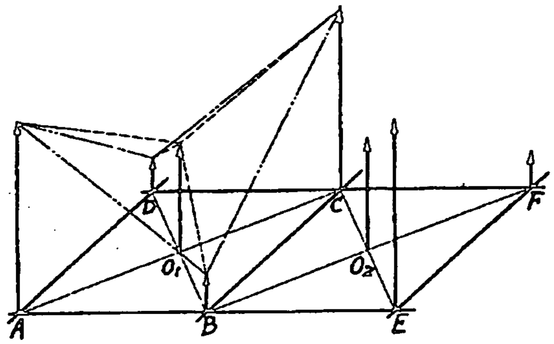
第2図



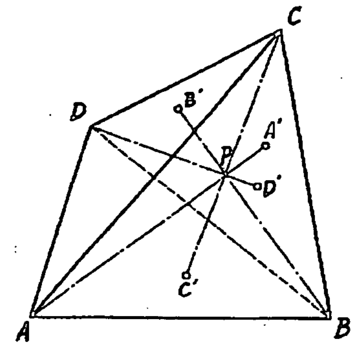
第4図



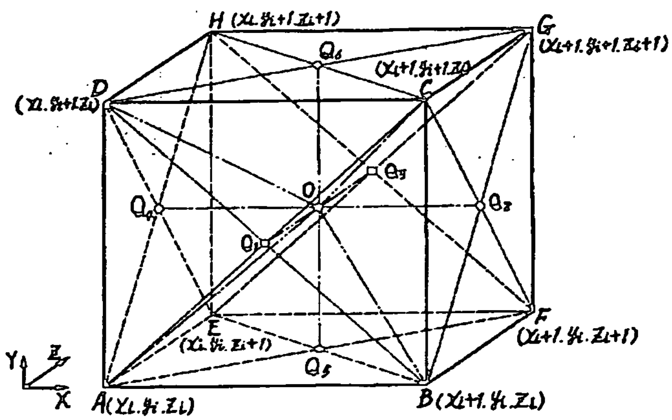
第5図



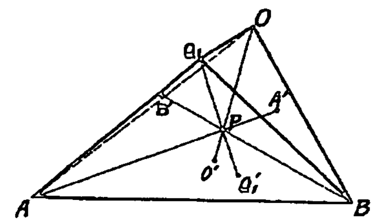
第6図



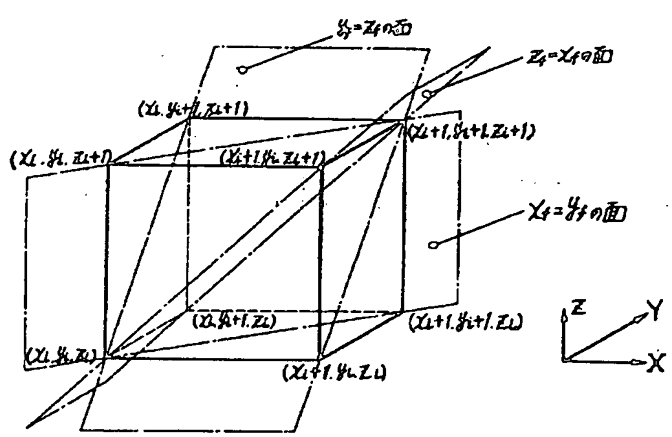
第7図



第8図



第10図



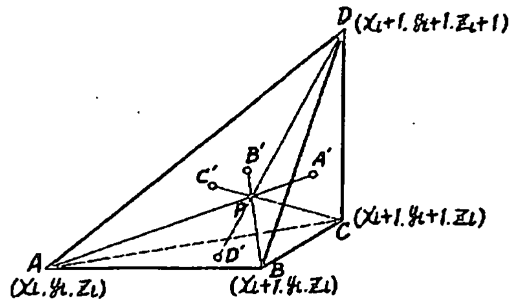
第9図

	x_f-y_f	y_f-z_f	z_f-x_f	x_f+y_f-1	y_f+z_f-1	z_f+x_f-1	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(Q₁)	(Q₂)	(Q₃)	(Q₄)	(Q₅)	(Q₆)	(O)
ABQ_1O	+	+	(−)	−	(−)	(−)	$-(x_f+y_f-1)$	(x_f-y_f)							$2(y_f-z_f)$						$2z_f$
BCQ_1O	+	(+)	(−)	+	(−)	−		(x_f-y_f)	(x_f+y_f-1)						$-2(x_f+y_f-1)$						$2z_f$
CDQ_1O	−	(+)	(−)	+	−	(−)			(x_f+y_f-1)	$-(x_f-y_f)$					$-2(x_f+y_f-1)$						$2z_f$
DAQ_1O	−	(+)	−	−	(−)	(−)	$-(x_f+y_f-1)$			$-(x_f-y_f)$					$-2(x_f-y_f)$						$2z_f$
GFQ_2O	(+)	−	−	(+)	+	(+)						$-(y_f-z_f)$	(y_f+z_f-1)			$-2(y_f+z_f-1)$					$2(1-x_f)$
FBQ_2O	(+)	−	(−)	+	−	(+)		$-(y_f+z_f-1)$				$-(y_f-z_f)$				$2(y_f+z_f-1)$					$2(1-x_f)$
BCQ_2O	(+)	+	(−)	(+)	−	+		(y_f+z_f-1)	(y_f-z_f)							$2(y_f+z_f-1)$					$2(1-x_f)$
CGQ_2O	+	+	(−)	(+)	+	(+)			(y_f-z_f)				(y_f+z_f-1)			$2(y_f-z_f)$					$2(1-x_f)$
GHQ_3O	−	−	(+)	+	(+)	(+)							(x_f+y_f-1)	$-(x_f-y_f)$			$-2(y_f-z_f)$				$2(1-z_f)$
HEQ_3O	−	(−)	(+)	−	(+)	+					$-(x_f+y_f-1)$			$-(x_f-y_f)$			$2(z_f+x_f-1)$				$2(1-z_f)$
EFQ_3O	+	(−)	(+)	−	+	(+)					$-(x_f+y_f-1)$	(x_f-y_f)					$2(y_f+z_f-1)$				$2(1-z_f)$
FGQ_3O	+	(−)	+	+	(+)	(+)						(x_f-y_f)	(x_f+y_f-1)				$2(z_f-x_f)$				$2(1-z_f)$
ADQ_4O	(−)	+	+	(−)	−	(−)	$-(y_f+z_f-1)$			(y_f-z_f)								$2(z_f-x_f)$			$2x_f$
DHQ_4O	(−)	+	(+)	−	+	(−)				(y_f-z_f)				(y_f+z_f-1)				$-2(x_f+y_f-1)$			$2x_f$
HEQ_4O	(−)	−	(+)	(−)	+	−					$-(y_f-z_f)$			(y_f+z_f-1)				$-2(z_f+x_f-1)$			$2x_f$
EAQ_4O	−	−	(+)	(−)	−	(−)	$-(y_f+z_f-1)$				$-(y_f-z_f)$							$-2(x_f-y_f)$			$2x_f$
AEQ_5O	+	(−)	+	(−)	(−)	−	$-(z_f+x_f-1)$				(z_f-x_f)								$2(x_f-y_f)$		$2y_f$
EFQ_5O	(+)	(−)	+	(−)	−	+					(z_f-x_f)	(z_f+x_f-1)							$-2(y_f+z_f-1)$		$2y_f$
FBQ_5O	(+)	(−)	−	−	(−)	+		$-(z_f-x_f)$				(z_f+x_f-1)							$-2(x_f+y_f-1)$		$2y_f$
BAQ_5O	(+)	−	−	(−)	(−)	−	$-(z_f+x_f-1)$	$-(z_f-x_f)$											$-2(y_f-z_f)$		$2y_f$
CGQ_6O	−	(+)	−	(+)	(+)	+			$-(z_f-x_f)$				(z_f+x_f-1)							$-2(y_f-z_f)$	$2(1-y_f)$
CDQ_6O	(−)	(+)	−	(+)	+	−			$-(z_f-x_f)$	$-(z_f+x_f-1)$										$2(y_f+z_f-1)$	$2(1-y_f)$
DHQ_6O	(−)	(+)	+	+	(+)	−				$-(z_f+x_f-1)$				(z_f-x_f)						$2(x_f+y_f-1)$	$2(1-y_f)$
HGQ_6O	(−)	+	+	(+)	(+)	+							(z_f+x_f-1)	(z_f-x_f)						$2(y_f-z_f)$	$2(1-y_f)$

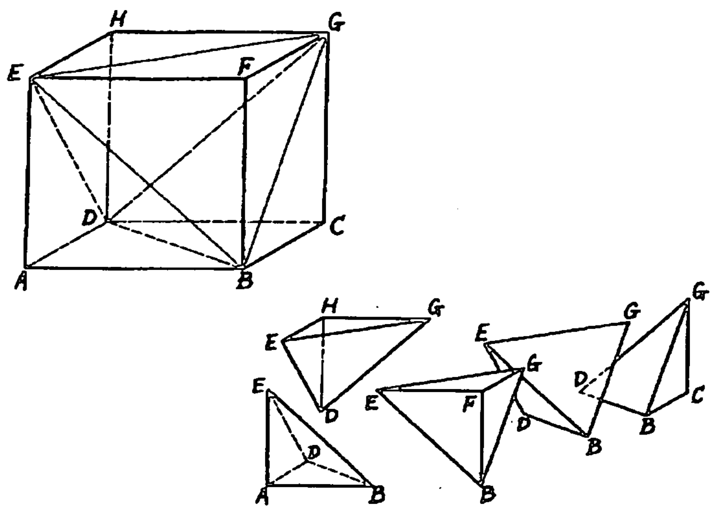
第12図

判別	$U(x_i,y_i,z_i)$	$U(x_{i+1},y_i,z_i)$	$U(x_i,y_{i+1},z_i)$	$U(x_i,y_i,z_{i+1})$	$U(x_{i+1},y_{i+1},z_i)$	$U(x_{i+1},y_i,z_{i+1})$	$U(x_i,y_{i+1},z_{i+1})$	$U(x_{i+1},y_{i+1},z_{i+1})$
$x_f\geq y_f\geq z_f$	$1-x_f$	x_f-y_f			y_f-z_f			z_f
$x_f\geq z_f>y_f$	$1-x_f$	x_f-z_f				z_f-y_f		y_f
$z_f>x_f\geq y_f$	$1-z_f$		z_f-x_f			x_f-y_f		y_f
$z_f\geq y_f>x_f$	$1-z_f$		z_f-y_f				y_f-x_f	x_f
$y_f>z_f\geq x_f$	$1-y_f$			y_f-z_f			z_f-x_f	x_f
$y_f>x_f>z_f$	$1-y_f$			y_f-x_f	x_f-z_f			z_f

第11図



第13図



第14図